

# SUSCEPTOR, VAPOR PHASE GROWTH DEVICE, METHOD OF MANUFACTURING EPITAXIAL WAFER, AND EPITAXIAL WAFER

Publication number: JP2003229370

Publication date: 2003-08-15

Inventor: YOSHIDA CHISA; ARAI TAKESHI; AKIYAMA KENJI;  
OSE HIROKI

Applicant: SHINETSU HANDOTAI KK

Classification:

- international: C23C16/458; H01L21/205; C23C16/458; H01L21/02;  
(IPC1-7): H01L21/205; C23C16/458

- european:

Application number: JP20020051842 20020227

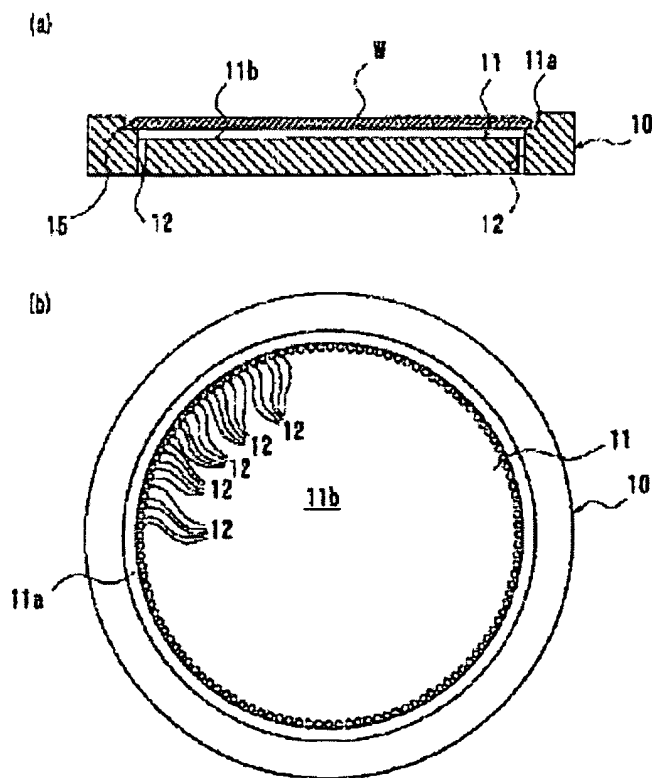
Priority number(s): JP20020051842 20020227; JP20010366882 20011130

Report a data error here

## Abstract of JP2003229370

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a susceptor, a vapor phase growth device, a method of manufacturing an epitaxial wafer, and an epitaxial wafer, which are capable of readily achieving the in-plane uniformity of dopant concentration and resistivity.

**SOLUTION:** The susceptor 10 that supports a semiconductor wafer W during vapor phase growth, in which a counterbore 11 where the semiconductor wafer W is arranged on the upper surface. The counterbore 11 is of a double structure having an upper counterbore section 11a that supports the circumference edge area of the semiconductor wafer W and a lower counterbore section 11b formed at a lower step which is closer to the center than to the upper counterbore section 11a. Holes 12, which penetrate the rear surface and are in open states during vapor phase growth, are formed in the lower counterbore section 11b. COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

✕

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-229370

(P2003-229370A)

(43) 公開日 平成15年8月15日 (2003.8.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/458		C 2 3 C 16/458	5 F 0 4 5

審査請求 有 請求項の数26 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-51842 (P2002-51842)

(22) 出願日 平成14年2月27日 (2002.2.27)

(31) 優先権主張番号 特願2001-366882 (P2001-366882)

(32) 優先日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000190149  
信越半導体株式会社  
東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(72) 発明者 吉田 知佐  
群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半  
導体株式会社磯部工場内

(72) 発明者 荒井 剛  
群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半  
導体株式会社磯部工場内

(74) 代理人 100093045  
弁理士 荒船 良男 (外1名)

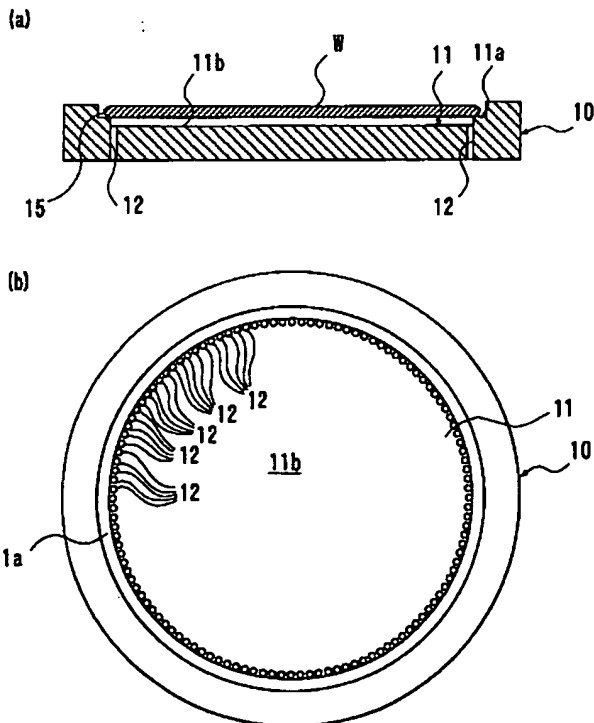
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サセプタ、気相成長装置、エピタキシャルウェーハの製造方法およびエピタキシャルウェーハ

(57) 【要約】

【課題】 ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化を容易に実現し得るサセプタ、気相成長装置、エピタキシャルウェーハの製造方法およびエピタキシャルウェーハを提供する。

【解決手段】 気相成長の際に半導体基板Wを支持するサセプタ10であり、上面には、内部に半導体基板Wが配置される座ぐり11が形成されている。座ぐり11は、半導体基板Wの外周縁部を支持する上段座ぐり部11aと、該上段座ぐり部11aよりも中心側下段に形成された下段座ぐり部11bとを有する二段構成を成す。下段座ぐり部11bに、裏面に貫通し、気相成長の際にも開放状態となる孔部12が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気相成長の際に半導体基板を支持するサセプタにおいて、上面には、内部に半導体基板が配置される座ぐりが形成され、該座ぐりは、半導体基板の外周縁部を支持する上段座ぐり部と、該上段座ぐり部よりも中心側下段に形成された下段座ぐり部とを有する二段構成を成し、前記下段座ぐり部に、裏面に貫通し、気相成長の際にも開放状態となる孔部が形成されていることを特徴とするサセプタ。

【請求項2】 気相成長の際に半導体基板を支持するサセプタにおいて、上面には、内部に半導体基板が配置される座ぐりが形成され、該座ぐり内の最外周部よりも中心側に、裏面に貫通し、気相成長の際にも開放状態となる孔部が形成されていることを特徴とするサセプタ。

【請求項3】 前記孔部が、半導体基板の外周端よりも中心側部分に臨むような位置設定とされていることを特徴とする請求項2記載のサセプタ。

【請求項4】 半導体基板の外周縁部に形成された面取部の裏面に臨む位置に形成された前記孔部を有することを特徴とする請求項2又は3記載のサセプタ。

【請求項5】 前記座ぐりの全面に万遍なく形成された多数の孔部を有することを特徴とする請求項2～4のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項6】 半導体基板主裏面の外周縁部に臨む位置に形成された前記孔部を有することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の記載のサセプタ。

【請求項7】 前記座ぐりと中心が略等しい円周上に万遍なく形成された多数の孔部を有することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項8】 前記座ぐりと中心が略等しい円周上に円弧状に形成された孔部を有することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項9】 前記座ぐりと中心が略等しい円環状の孔部を有することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項10】 前記下段座ぐり部の全面に万遍なく形成された多数の孔部を有することを特徴とする請求項1記載のサセプタ。

【請求項11】 3つ以上の前記孔部を有することを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項12】 10以上の前記孔部を有することを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項13】 20以上の前記孔部を有することを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項14】 前記孔部が筒形状をなし、当該孔部の内径が3mm以下であることを特徴とする請求項1～7あるいは請求項10～13のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項15】 前記孔部が筒形状をなし、当該孔部の内径が2mm以下であることを特徴とする請求項1～7

あるいは請求項10～13のいずれかに記載のサセプタ。

【請求項16】 請求項1～15のいずれかに記載のサセプタと、前記座ぐりに半導体基板を配置した前記サセプタを内部に配して半導体基板の主表面上にエピタキシャル層を気相成長させるための反応容器と、気相成長の際に半導体基板を加熱するための加熱装置と、を備えることを特徴とする気相成長装置。

【請求項17】 請求項16記載の気相成長装置のサセプタの座ぐりに半導体基板を配置し、該サセプタを反応容器内に配して、該サセプタ上の半導体基板を前記加熱装置により加熱して、半導体基板の主表面上にエピタキシャル層を気相成長させてエピタキシャルウェーハを製造することを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項18】 前記サセプタの上面側と裏面側との双方に、該サセプタに略平行にガスを流しながら気相成長を行うことを特徴とする請求項17記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項19】 前記半導体基板として、ボロンが添加されたものを用いることを特徴とする請求項17又は18記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項20】 前記半導体基板として、ヒ素が添加されたものを用いることを特徴とする請求項17又は18記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項21】 製造されるエピタキシャルウェーハのエピタキシャル層の表面に、該エピタキシャル層の膜厚が周囲と比べて大きいために形成される隆起部の大きさを、前記サセプタの孔部の内径あるいは内幅を調節することに基づき制御することを特徴とする請求項17記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項22】 エピタキシャル層の表面に、膜厚が周囲と比べて大きい点状に隆起した隆起部が円周上に万遍なく形成されていることを特徴とするエピタキシャルウェーハ。

【請求項23】 エピタキシャル層の全面に、膜厚が周囲と比べて大きい点状に隆起した隆起部が万遍なく形成されていることを特徴とするエピタキシャルウェーハ。

【請求項24】 エピタキシャル層の表面に、膜厚が周囲と比べて大きい円弧状に隆起した隆起部が形成されていることを特徴とするエピタキシャルウェーハ。

【請求項25】 エピタキシャル層の表面に、膜厚が周囲と比べて大きい円環状に隆起した隆起部が形成されていることを特徴とするエピタキシャルウェーハ。

【請求項26】 前記隆起部は、サセプタの孔部と対応する位置に形成されていることを特徴とする請求項22～25のいずれかに記載のエピタキシャルウェーハ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、サセプタ、気相成長装置、エピタキシャルウェーハの製造方法およびエピタキシャルウェーハに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体基板（以下、単に基板ともいう。）の主表面上へのエピタキシャル層の気相成長は、反応容器内にサセプタを配し、このサセプタ上に基板を配置した状態で、基板を加熱装置により所望の成長温度に加熱するとともに、ガス供給装置により基板の主表面上に反応ガスを供給することによって行うようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、例えば、 $p$ 型のボロン（ $B$ ）ドーパ基板の上に $p$ 型のシリコンエピタキシャル層（以下、単にエピタキシャル層ともいう。）を気相成長させる場合などのように、ドーパント濃度が高い（従って低抵抗率の）基板上に低濃度（従って高抵抗率の）エピタキシャル層を気相成長させる場合には、基板内より気相中に一旦放出されたドーパントがエピタキシャル層にドーピングされる現象（以下、オートドーパともいう。）が発生する。このオートドーパは、加熱により基板内から外方拡散するドーパント、および、基板の表面が気相エッチングされることにより基板内から放出されるドーパントに起因して発生する。オートドーパが発生すると、気相成長後のエピタキシャル層のドーパント濃度が、中心から周縁部に向かうにつれて高くなってしまふという問題がある（逆に、 $p/p^+$ 型あるいは $n/n^+$ 型の場合、抵抗率は中心から周縁部に向かうにつれて小さくなる）。

【0004】従来は、このようなオートドーパが発生してしまうのを防止するため、基板の主裏面に予めシリコン酸化膜（ $SiO_2$ 膜、以下単に酸化膜という。）を形成しておいてから、該酸化膜により基板内からのドーパントの放出を防止しつつ気相成長を行うことにより、ドーパント濃度（および抵抗率）の面内均一化を図っている。しかしながら、このように、基板の主裏面に予め酸化膜を形成しておいてから気相成長を行う場合、酸化膜を形成するための工程が必要となり生産性が悪い。また、ドーパント濃度の面内均一化を図るために、例えば特開平10-223545号公報に示すように、基板を位置決め状態で配置するための座ぐり（基板形状に近い凹部；該公報ではウェーハポケット）の最外周部に、裏面に貫通する孔部を設けた気相成長用サセプタが提案されているが、このサセプタでは、抵抗率（およびドーパント濃度）の面内分布があまり改善されない（ $p/p^+$ 型あるいは $n/n^+$ 型の場合の抵抗率は、エピタキシャルウェーハの中心から周縁部に向かうにつれてかなり低くなるような面内分布を持つ；図4、図5および図6のサセプタ100のデータ参照）。

【0005】この発明は、上記のような問題を解決す

るためになされたもので、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化を容易に実現し得るサセプタ、気相成長装置、エピタキシャルウェーハの製造方法およびエピタキシャルウェーハを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記のように、特開平10-223545号公報のサセプタでドーパント濃度の面内均一化が十分に図れないのは、図16に示すように、サセプタ101の最外周部に孔部102があるので、基板 $W$ より放出されたドーパントを含有するガスが、孔部102を介してサセプタ101の下側より座ぐり内に流入するガスとともに基板 $W$ の上側の気流（矢印 $A$ ）に引っ張られて上昇し（矢印 $B$ ）、基板 $W$ 上面のエピタキシャル層に沿って流れてしまい、該エピタキシャル層内に取り込まれるためであると考えられる。

【0007】そこで、本発明のサセプタは、気相成長の際に半導体基板を支持するサセプタにおいて、上面には、内部に半導体基板が配置される座ぐりが形成され、該座ぐりは、半導体基板の外周縁部を支持する上段座ぐり部と、該上段座ぐり部よりも中心側下段に形成された下段座ぐり部とを有する二段構成を成し、前記下段座ぐり部に、裏面に貫通し、気相成長の際にも開放状態となる孔部が形成されていることを特徴としている。この場合、半導体基板の外周縁部を支持する円環状の上段座ぐり部よりも中心側に形成された下段座ぐり部に形成された孔部は、必然的に、座ぐり内の最外周部よりも中心側に位置し、しかも、半導体基板の外周端よりも中心側部分に臨むようになる。

【0008】また、本発明のサセプタは、気相成長の際に半導体基板を支持するサセプタにおいて、上面には、内部に半導体基板が配置される座ぐりが形成され、該座ぐり内の最外周部よりも中心側に、裏面に貫通し、気相成長の際にも開放状態となる孔部が形成されていることを特徴としても良い。

【0009】ここで、サセプタには、リフトピン貫通用の孔部（以下、リフトピン貫通用孔部）が形成されたものがあるが、通常の場合のリフトピン貫通用孔部は、気相成長中は、リフトピンの頭部により閉塞されて、ガスの流通が実質的に不可能となるため、ここでいう「気相成長の際にも開放状態となる孔部」には該当しない。なお、リフトピンとは、サセプタに対し昇降動作可能に設けられ、半導体基板を下面側から支持した状態で昇降動作するのに伴わせてサセプタ上に半導体基板を着脱するためのピンである。

【0010】本発明のサセプタによれば、座ぐり内の最外周部よりも中心側に、裏面に貫通する孔部が形成されているので、気相成長時の加熱によって半導体基板（以下、単に基板ともいう。）から外方拡散するドーパント、或いは、気相エッチングにより半導体基板内から放出されるドーパントを、サセプタの座ぐりに形成された

孔部を介してサセプタの下面側から好適に放出できる。よって、これらドーパントが基板の主表面側に回り込んでしまうことを好適に抑制できる。このため、基板の裏面にオートドーブ防止用の酸化膜を形成しなくてもオートドーブの発生を大幅に抑制でき、結果、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化が図れる。つまり、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化を容易に実現できる。

【0011】また、本発明のサセプタは、前記孔部が、半導体基板の外周端よりも中心側部分に臨むような位置設定とされていることが好ましい。この場合、孔部が、気相成長中に基板の上側に形成される気流に対し、基板の陰に位置することとなるため、該孔部を介した座ぐり内へのガス（サセプタ下側のガス）の流入を抑制できる。よって、基板内から放出されるドーパントが該基板の主表面側に回り込んでしまうことを、より確実に抑制でき、結果、オートドーブの発生をより好適に防止することができる。

【0012】また、本発明のサセプタは、半導体基板の外周縁部に形成された面取部の裏面に臨む位置に形成された前記孔部を有することが好ましい。この場合、気相成長の過程で最も顕著に気相エッチングされる箇所である面取部から気相エッチングにより放出されるドーパントを、孔部を介してサセプタの下側に放出することができるので、オートドーブの発生をより好適に防止することができる。

【0013】ところで、加熱等により基板から放出されるドーパントが基板の主表面に回り込むとすれば、それは基板の外周部を介してであるが、本発明のサセプタは、半導体基板主裏面の外周縁部に臨む位置に形成された前記孔部を有することが好ましく、この場合、半導体基板内から放出されるドーパントが該基板の主表面側に回り込んでしまう前に孔部を介してサセプタの下側に放出することができる。

【0014】また、本発明のサセプタは、前記座ぐりと中心が略等しい円周上に万遍なく形成された多数の孔部を有することとするのも好ましく、この場合、基板の全円周方向において万遍なく上記のオートドーブ発生防止効果が得られる。さらに、この場合のサセプタを用いて製造したエピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層の表面に、点状に隆起した隆起部が、前記多数の孔部と対応する円周上に万遍なく形成されることとなる。これは、以下の理由による。気相成長中、サセプタの孔部内にはガス（主に $H_2$ ガス）が存在するが、ガスの熱伝導率はサセプタ基体の構成材料（例えばグラファイト）よりも小さいため、半導体基板上において該孔部に対応する部分は局部的に温度が高い高温部となる（半導体基板からサセプタ基体に伝導する単位面積当たり熱量よりも半導体基板から孔部内のガスに伝導する単位面積当たり熱量の方が小さくなるため）。そして、該高温部ではエ

ピタキシャル層の成長速度が大きくなる結果、その部分の膜厚が他の部分よりも大きくなる。このような理由から、気相成長に使用するサセプタが、座ぐりと中心が略等しい円周上に万遍なく形成された多数の孔部を有する場合には、製造されるエピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層の表面に、該エピタキシャル層の膜厚が周囲と比べて大きい点状に隆起した隆起部が円周上に万遍なく形成されているという特徴を有することとなる。なお、ここでいう隆起部は、サセプタに形成された孔部と対応する円周上に形成されるため、サセプタの孔部の位置に拘わらずパーティクル等により生じる突起状欠陥や積層欠陥の隆起部とは形状および発生理由が異なる。

【0015】また、本発明のサセプタは、前記座ぐりの全面に万遍なく形成された多数の孔部を有することとするのも好ましく、この場合、基板の全面において万遍なく上記のオートドーブ発生防止効果が得られる。また、本発明のサセプタは、下段座ぐり部の全面に万遍なく形成された多数の孔部を有することとするのも好ましく、この場合にも、基板のほぼ全面において万遍なく上記のオートドーブ発生防止効果が得られる。なお、これら座ぐりの全面或いは下段座ぐり部の全面に万遍なく多数の孔部が形成されたサセプタを用いて製造したエピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層において各孔部と対応する位置には、それぞれ点状に隆起した隆起部が形成されることとなる。つまり、エピタキシャル層の全面に、該隆起部が万遍なく形成されることとなる。

【0016】また、本発明のサセプタは、前記座ぐりと中心が略等しい円周上に円弧状に形成された孔部を有することとするのも好ましく、この場合にも、該孔部により上記のオートドーブ発生防止効果が得られる。また、本発明のサセプタは、前記座ぐりと中心が略等しい円環状の孔部を有することとするのも好ましく、この場合にも、該孔部により上記のオートドーブ発生防止効果が得られる。なお、これら円弧状或いは円環状の孔部を有するサセプタを用いて製造したエピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層において孔部と対応する位置には、膜厚が周囲と比べて大きい円弧状或いは円環状に隆起した隆起部（孔部の形状に対応する）が形成されることとなる。

【0017】なお、孔部の数は、例えば3つ以上であることが好ましく、10以上であることがより好ましく、20以上であることがより一層好ましい。

【0018】また、本発明の気相成長装置は、本発明のいずれかのサセプタと、前記座ぐりに半導体基板を配置した前記サセプタを内部に配して半導体基板の主表面上にエピタキシャル層を気相成長させるための反応容器と、気相成長の際に半導体基板を加熱するための加熱装置と、を備えることを特徴としている。

【0019】また、本発明のエピタキシャルウェーハの

製造方法は、本発明の気相成長装置のサセプタの座ぐりに半導体基板を配置し、該サセプタを反応容器内に配して、該サセプタ上の半導体基板を前記加熱装置により所望の成長温度に加熱して、半導体基板の主表面上にエピタキシャル層を気相成長させてエピタキシャルウェーハを製造することを特徴としている。なお、サセプタの上面側と裏面側との双方に、該サセプタ（基板）に略平行にガスを流しながら気相成長を行うことが好ましく、このようにすることで、基板より放出されるドーパントを含むガスを、サセプタの下側を流れるガスにより孔部を介して吸引させ、該孔部を介して好適にサセプタの下側に放出させることができる。さらに、本発明のエピタキシャルウェーハの製造方法は、例えばボロン（硼素）あるいはヒ素（As）が添加された半導体基板を用いる場合に適用することが好ましい。

【0020】ところで、上記においては、本発明のサセプタを用いて製造したエピタキシャルウェーハのエピタキシャル層の表面には、該エピタキシャル層の膜厚が周囲と比べて大きいために隆起した隆起部が、サセプタの孔部と対応する位置に形成されると説明したが、この隆起部の大きさは、孔部の内径あるいは内幅を調節することに基づき制御できることが分かった。しかも、該孔部の内径を、ある程度以上に小さく設定すると、該隆起部を極めて小さくすることができ、該孔部の内径をさらに小さく設定すると、該隆起部の発生を実質的に防止できることが分かった。即ち、本発明のエピタキシャルウェーハの製造方法は、製造されるエピタキシャルウェーハのエピタキシャル層の表面に、該エピタキシャル層の膜厚が周囲と比べて大きいために形成される隆起部の大きさを、前記サセプタの孔部の内径あるいは内幅を調節することに基づき制御することを特徴としても良い。また、本発明のサセプタは、前記孔部が筒形状をなす場合、当該孔部の内径が3mm以下であることが好ましく、このようにすることにより、形成される隆起部を極めて小さく（例えば、高さが0.05 $\mu$ m未満に）することができる。さらに、本発明のサセプタは、前記筒形状の孔部の内径が、2mm以下であることがより好ましく、このようにすることにより、隆起部の発生を実質的に防止できる。

#### 【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明に係る実施の形態について説明する。

【0022】〔第1の実施の形態〕先ず、図1を参照して、本実施の形態で説明するサセプタの一例としてのサセプタ10について説明する。図1に示すように、サセプタ10は、略円盤状に構成され、その主表面には、内部に半導体基板W（図1（a）；以下、単に基板Wともいう。）が配置される座ぐり11が形成されている。この座ぐり11は、例えば図1（a）に示すような状態に基板Wの外周縁部を支持する円環状の上段座ぐり部11

aと、該上段座ぐり部11aよりも中心側下段に形成された下段座ぐり部11bとを有する二段構成を成している。なお、これら上段座ぐり部11aおよび下段座ぐり部11bは、例えばともに略平面に形成されている。ここで、基板Wの外周縁部には、面取部15が形成されているが、上段座ぐり部11aは、例えば面取部15よりも内側部分から面取部15にかけての部分に支持可能な寸法に設定されていても良いし、或いは、面取部15よりも内側部分のみを支持可能な寸法に設定されていても良い。さらに、座ぐり11の下段座ぐり部11bには、サセプタ10の裏面に貫通し、気相成長の際にも開放状態となる多数（例えば20個以上）の孔部12（図1（b）では一部の孔部12にのみ符号を示す）が形成されている。ここで、基板Wの外周縁部を支持する円環状の上段座ぐり部11aよりも中心側に形成された下段座ぐり部11bに形成された孔部12は、必然的に、上段座ぐり部11aの最外周部に相当する座ぐり11内の最外周部よりも中心側に位置するとともに、基板Wの外周端よりも中心側部分に臨むようになっている。各孔部12は、より具体的には、例えば下段座ぐり部11bの最外周部の円周上に等間隔に配されている。つまり、各孔部12は、座ぐり11と中心が略等しい円周上に万遍なく形成されており、しかも、各孔部12は、基板W主裏面の外周縁部に臨むようになっている。

【0023】次に、図2を参照して、本実施の形態で説明するサセプタの他の一例としてのサセプタ20について説明する。このサセプタ20は、以下に説明するように、孔部12の配置が上記のサセプタ10と異なり、その他の点ではサセプタ10と同様であるので、同様の構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。すなわち、図2に示すように、サセプタ20の下段座ぐり部11bには、その全面に万遍なく配置された多数の孔部12が形成されている（図2（b）では一部の孔部12にのみ符号を示す）。

【0024】なお、上記の各サセプタ10、20は、それぞれ例えば炭化珪素で被覆されたグラファイトにより構成されている。

【0025】次に、図3を参照して、気相成長装置30の構成について説明する。図3に示すように、気相成長装置30は、上記サセプタ10（或いは上記サセプタ20）と、該サセプタ10（20）が略水平状態で内部に配される反応容器31と、サセプタ10（20）を下面側から支持して回転駆動するサセプタ支持部材36と、気相成長の際に基板Wを所望の成長温度に加熱するための加熱装置32（具体的には、例えばハロゲンランプ）と、反応ガスを反応容器31内のサセプタ10（20）上側の領域に導入し該サセプタ10（20）上の基板Wの主表面上に供給する反応ガス導入管33と、反応容器31に対しこの反応ガス導入管33と同じ側に設けられパージガスを反応容器31内のサセプタ10（20）下

側の領域に導入するパージガス導入管34と、これらパージガス導入管34および反応ガス導入管33と反応容器31に対し逆側に設けられ反応容器31からガスを排気する排気管35とを備えて概略構成されている。なお、図3におけるサセプタ10(20)は、その模式的配置を示すに過ぎない。

【0026】次に、上記気相成長装置30を用いるエピタキシャルウェーハの製造方法について説明する。この気相成長装置30を用いて気相成長を行うには、基板Wを、その主表面が上を向くようにサセプタ10(20)の座ぐり11(の上段座ぐり部11a)に載置し、該サセプタ10(20)上の基板Wを加熱装置32により所望の成長温度に加熱するとともに、反応ガス導入管33を介して基板Wの主表面上に反応ガスを略水平に供給する。この際、パージガス導入管34を介してサセプタ10(20)の下側にパージガスを略水平に導入する。従って、気相成長中、サセプタ10(20)の上側には、反応ガス流が、下側には、パージガス流が、それぞれサセプタ10(20)および基板Wと略平行に形成される。このようにして気相成長を行うことにより、基板Wの主表面上にエピタキシャル層を形成して、エピタキシャルウェーハを製造することができる。

【0027】ここで、気相成長中は、基板Wを加熱するため、この加熱により基板Wに含まれるドーパントが基板W外に外方拡散して気相中に放出される。また、気相成長の直前には、例えば塩化水素ガスを基板W表面に流すことにより気相エッチングを行って該表面の自然酸化膜を除去したりするため、基板Wは僅かにエッチングされてガス化する。さらに、反応ガス中には、原料ガスの他に、キャリアガスとして例えば水素を含んでいる上、上記パージガスとしても例えば水素を用いるため、この水素によっても基板W(中でも特に、面取部15)は僅かにエッチングされてガス化する。従って、これらの理由によっても、基板Wに含まれるドーパントが気相中に放出される。つまり、これらいくつかの理由により、気相成長の際には基板W内から気相中にドーパントが放出されることになる。

【0028】これに対し、本実施の形態のサセプタ10(20)は、その座ぐり11が、基板Wの外周縁部を支持する上段座ぐり部11aと、該上段座ぐり部11aよりも中心側下段に形成された下段座ぐり部11bとを有する二段構成を成し、このうち下段座ぐり部11bに、裏面に貫通する孔部12が形成されている。従って、気相成長の際には基板Wから気相中に一旦放出されるドーパントを、座ぐり11に形成された孔部12を介してサセプタ10(20)の下面側から好適に放出でき、これらドーパントが基板Wの主表面側に回り込んで基板W内に再び取り込まれてしまうことを好適に抑制できる。よって、半導体基板の裏面にオートドーパ防止用の酸化膜を形成しなくてもオートドーパの発生を大幅に抑制でき

結果、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化が図れる。つまり、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化を容易に実現できる。しかも、孔部12が、基板Wの外周端よりも中心側部分に臨むような位置設定とされているので、孔部12が、気相成長中に基板Wの上側に形成される気流に対し、基板Wの陰に位置することとなるため、該孔部12を介してサセプタ10(20)下側のガスが基板Wの主表面側に流入することを抑制できる。よって、基板W内から放出されるドーパントが該基板Wの主表面側に回り込んでしまうことを、より確実に抑制でき、結果、オートドーパの発生をより好適に抑制することができる。さらに、基板W主裏面の外周縁部に臨む位置に形成された孔部12を有すると、基板W内から放出されるドーパントが該基板Wの主表面側に回り込んでしまう前に孔部12を介してサセプタの下側に放出することができる。加えて、上段座ぐり部11aに支持させて基板Wを座ぐり11内に配置した状態では、基板Wの主裏面と下段座ぐり部11bとの間に僅かに間隔が生じて該間隔をガスが緩やかに流通可能となる。よって、例えばサセプタ10のように、下段座ぐり部11bの一部(例えば最外周部)にのみ孔部12が形成されている場合でも、基板W内から放出されるドーパントを好適に下面側から放出できる。なお、図15に示すように、サセプタ10を用いて製造したエピタキシャルウェーハEPWは、エピタキシャル層の表面に、該エピタキシャル層の膜厚が周囲と比べて大きい点状に隆起した隆起部R(図15(b)では一部の隆起部Rにのみ符号を示す)が、多数の孔部12(図15(a)では一部の孔部12にのみ符号を示す)と対応する円周上に万遍なく形成されているといった特徴を有することとなる。他方、サセプタ20を用いて製造したエピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層の全面に、点状に隆起した隆起部が、万遍なく形成されているといった特徴を有することとなる。これら隆起部の高さは、シリコンエピタキシャル層の厚さが約6 $\mu$ mの場合、0.05 $\mu$ m~0.1 $\mu$ m程度であった。これらエピタキシャルウェーハは、このように、表面に隆起部を有するが、以下に説明するように、抵抗率(およびドーパント濃度)の面内分布が良好なものとなる。

【0029】次に、本実施の形態のサセプタ10、20および、これらサセプタ10、20の比較対象としてのサセプタ100(図13;後述)と、孔部12を有しない点でサセプタ10と異なり、その他の点ではサセプタ10と同様のサセプタ(以下、「孔無しサセプタ」という;図示略)と、をそれぞれ用いて、高濃度にボロン(B)を添加したp<sup>+</sup>型のシリコン単結晶基板(主裏面に酸化膜を有しない;以下、単に基板という。)の主表面上に、ドーパントを添加しないで厚さ約6 $\mu$ mのシリコンエピタキシャル層を気相成長することにより製造されたシリコンエピタキシャルウェーハの抵抗率(単位:



$\Omega \cdot \text{cm}$ ) の面内分布を図4、図5および図6に示す。ここで、サセプタ100は、図13に示すように、孔部12の配置が上記のサセプタ10と異なり、その他の点ではサセプタ10と同様であるので、同様の構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。すなわち、サセプタ100は、上段座ぐり部11aの最外周部、つまり、座ぐり11の最外周部に孔部12が形成されたものである(図13(b)では一部の孔部12にのみ符号を示す)。また、図4～図6のうち、図4は、基板の抵抗率が約 $7.0 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm} \sim 8.0 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ の場合、図5は、基板の抵抗率が約 $1.0 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ の場合(図5では、孔無しサセプタを用いたデータを省略。)、図6は、基板の抵抗率が約 $1.4 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.5 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ の場合を、それぞれ示す。

【0030】これら図4～図6に示すように、座ぐり11の最外周部に孔部12が形成されたサセプタ100を用いた場合には、孔無しサセプタを用いた場合とほとんど差がない抵抗率の大きさおよび分布傾向を示し、いずれの場合にも、基板周縁部では、中心と比べて抵抗率の大きな低下が見られる。これに対し、サセプタ10、20を用いた場合には、孔無しサセプタおよびサセプタ100を用いた場合と比べて、それぞれ抵抗率が大幅に上昇しているのに加えて、中心部と比べたエピタキシャル層周縁部における抵抗率の低下を大幅に低減できて、抵抗率の面内均一化が図れていることが分かる。このことは、サセプタ10、20を用いた場合には、孔無しサセプタおよびサセプタ100を用いた場合と比べて、放出ドーパントが基板の主表面側に回り込んで再び取り込まれてしまうオートドーブ現象を抑制できていることを顕著にあらわしているといえる。

【0031】次に、本実施の形態のサセプタ20を用いて、①抵抗率約 $7.0 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm} \sim 8.0 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ のシリコン単結晶基板、②抵抗率約 $1.0 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ のシリコン単結晶基板、③抵抗率約 $1.4 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.5 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ のシリコン単結晶基板(いずれも、ボロン(B)を添加し、主裏面に酸化膜を有しない;以下、単に基板ともいう。)の主表面上に、ボロン(ドーパント)を添加して厚さ約 $6 \mu\text{m}$ のp型のシリコンエピタキシャル層を気相成長することにより製造された抵抗率約 $9.5 \Omega \cdot \text{cm}$ のシリコンエピタキシャルウェーハの抵抗率の面内分布を図7に示す。この図7に示すように、①～③において基板の抵抗率の違いによるエピタキシャル層における抵抗率の面内分布の差はほとんど表れず、オートドーブ現象の低減が図れていることが分かる。

【0032】以上のように、本実施のサセプタ10、20、このサセプタ10(20)を備える気相成長装置30およびこの気相成長装置30を用いるエピタキシャル

ウェーハの製造方法によれば、気相成長時の加熱によって基板Wから外方拡散するドーパント、或いは、気相エッチングにより基板Wの面取部15から主に放出されるドーパントを、サセプタ10(20)の座ぐり11の最外周部よりも中心側に形成された孔部12を介してサセプタ10(20)の下面側から好適に放出できるので、これらドーパントが基板Wの主表面側に回り込んでしまうことを好適に抑制できる。よって、基板Wの裏面にオートドーブ防止用の酸化膜を形成しなくてもオートドーブの発生を大幅に抑制でき、結果、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化が図れる。つまり、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化を容易に実現できる。

【0033】<変形例1>上記においては、上段座ぐり部11aと下段座ぐり部11bとのうち、下段座ぐり部11bに孔部12が形成されたサセプタ10、20についてのみ説明したが、例えば図8に示すように、孔部12が上段座ぐり部11aに形成されたサセプタ40であっても良い。このサセプタ40は、以下に説明するように、孔部12の配置が上記のサセプタ10と異なり、その他の点ではサセプタ10と同様であるので、同様の構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。すなわち、サセプタ40の上段座ぐり部11aには、基板Wの面取部15の裏面に臨む位置(ただし、基板Wの外周端よりも中心側の位置)に孔部12が形成されている(図8(b)では一部の孔部12にのみ符号を示す)。この変形例1によれば、気相成長の過程で最も顕著に気相エッチングされる箇所である面取部15から放出されるドーパントを、孔部12を介してサセプタ40の下側に放出することができるので、オートドーブの発生をより好適に防止することができる。しかも、孔部12が、基板Wの外周端よりも中心側部分に臨むような位置設定とされているので、孔部12が、気相成長中に基板Wの上側に形成される気流に対し、基板Wの陰に位置するので、該孔部12を介してサセプタ10(20)下側のガスが基板Wの主表面側に流入することを抑制できるので、基板Wから放出されるドーパントを含むガスが、基板Wの上側に回り込んでしまうことも抑制できる。

【0034】<変形例2>上記においては、座ぐり11が、上段座ぐり部11aと下段座ぐり部11bとを有する2段構成を成しているサセプタ10、20、40についてのみ説明したが、本発明はこれに限らず、要は、孔部12が、座ぐり11の最外周部よりも中心側に配置されていれば良く、例えば図9および図10に示すように、座ぐり11が一段のみのサセプタ50或いはサセプタ60であっても良い。この場合に、図10に示すように、例えば基板Wの面取部15よりも中心側の主裏面に臨む位置に多数の孔部12が形成されていても良いし、図9に示すように、面取部15の裏面に臨む位置に多数の孔部12が形成されていても良い。特に、後者の場合、気相成長の過程で最も顕著に気相エッチングされる

箇所である面取部15から放出されるドーパントを、孔部12を介してサセプタ50の下側に放出することができるので、オートドーブの発生をより好適に防止することができる。さらに、座ぐり11が一段のみの場合の孔部12は、例えば図9および図10に示すように、座ぐり11と中心が略等しい円周上に多数を配置しても良いし、図示は省略するが座ぐり11の全面に万遍なく多数を配置しても良い。

【0035】<変形例3>上記においては、いずれも孔部12が円筒形状である例について説明したが、例えば内空断面が矩形状をなすような、円筒以外の筒形状であっても良い。また、本発明はこれに限らず、例えば図11に示すサセプタ70のように、孔部12がスリット状であっても良い。このサセプタ70は、以下に説明するように、孔部12の形状が上記のサセプタ10と異なり、その他の点ではサセプタ10と同様であるので、同様の構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この変形例3の場合、例えば図11に示すように、下段座ぐり部11b（の例えば最外周部）に座ぐり11と中心が略等しい円周に沿う、スリット状（つまり、円弧状）の孔部12を形成することが挙げられ、さらに複数の該孔部12を、該円周上に均等に配置することが挙げられる。なお、図示は省略するが、座ぐり11と中心が略等しい複数の同心円にそれぞれ沿うスリット状の複数の孔部12を形成することとしても良い。また、座ぐり11が一段のみのサセプタに、スリット状の孔部を適用しても良い。なお、サセプタ70を用いて製造したエピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層の表面の、各孔部12と対応する部分には、膜厚が周囲と比べて大きい円弧状に隆起した隆起部が形成されているといった特徴を有することとなる。これら隆起部の高さは、シリコンエピタキシャル層の厚さが約6 $\mu$ mの場合、0.05 $\mu$ m～0.1 $\mu$ m程度であった。

【0036】<変形例4>上記においては、孔部12が円筒形状又はスリット状である例について説明したが、本発明はこれに限らず、例えば図12に示すサセプタ80のように、孔部12が円環状であっても良い。このサセプタ80は、以下に説明する点が上記のサセプタ10と異なり、その他の点ではサセプタ10と同様であるので、同様の構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。サセプタ80は、例えば上段座ぐり部11a等を有する外周側部分80aと、下段座ぐり部11bを構成する内周側部分80bとに分割された分割構造をなしている。ここで、外周側部分80aの中央の開口部80cの内径は、内周側部分80bの外径と比べて、大きく設定されている。そして、外周側部分80aの開口部80c内に、該開口部80cの内周壁に接しないように内周側部分80bを配置することにより、内周側部分80bと外周側部分80aとの間隔に、円環状の孔部12が形成される。この状態のサセプタ80を用いて気相成

長を行うことにより、上記と同様に、オートドーブの発生を抑制することができる。また、座ぐり11が一段のみのサセプタに、サセプタ80と同様の手法で形成する円環状の孔部12を適用しても良い。なお、サセプタ80を用いて製造したエピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層の表面の、孔部12と対応する部分には、膜厚が周囲と比べて大きい円環状に隆起した隆起部が形成されているといった特徴を有することとなる。これら隆起部の高さは、シリコンエピタキシャル層の厚さが約6 $\mu$ mの場合、0.05 $\mu$ m～0.1 $\mu$ m程度である。

【0037】〔第2の実施の形態〕上記の第1の実施の形態では、サセプタ10、20、40、50、60、70、80等を用いて製造したエピタキシャルウェーハのエピタキシャル層の表面には、該エピタキシャル層の膜厚が周囲と比べて大きいために隆起した隆起部が、サセプタ10～80の孔部12と対応する位置に形成されると説明したが、この隆起部の大きさは、孔部12の内径あるいは内幅を調節することに基づき制御できることが分かった。即ち、本実施の形態では、製造されるエピタキシャルウェーハのエピタキシャル層の表面に、該エピタキシャル層の膜厚が周囲と比べて大きいために形成される隆起部の大きさを、サセプタの孔部12の内径を調節することに基づき制御する例について説明する。

【0038】先ず、図14に、サセプタ10を用いてエピタキシャルウェーハを製造する場合の、該サセプタ10の筒形状をなす孔部12の内径（直径）と、隆起部の高さとの関係を示す。この図14に示すように、サセプタ10の孔部12の内径が4mmの場合には、隆起部の高さが0.1 $\mu$ m以上となる。これに対し、該サセプタ10の孔部12の内径を3mmに変更すると、隆起部の高さを0.05 $\mu$ m未満（具体的には0.02 $\mu$ m程度）に減少させることができる。つまり、サセプタ10の筒形状をなす孔部12の内径を3mm以下に設定すると、該隆起部を極めて小さくすることができる。さらに、図14に示すように、サセプタ10の筒形状をなす孔部12の内径を2mmに変更すると、該隆起部の高さは実質的に0となる。つまり、サセプタ10の孔部12の内径を2mm以下に設定すると、隆起部の発生を実質的に防止できる。なお、サセプタ10の筒形状をなす孔部12の内径を1.5mmに設定した場合は、図14に示すように、該内径が2mmの場合よりも、隆起部の高さがさらに小さくなるが、いずれも該高さは実質的に0である。

【0039】以上のように、本実施の形態によれば、製造されるエピタキシャルウェーハのエピタキシャル層の表面に、該エピタキシャル層の膜厚が周囲と比べて大きいために形成される隆起部の大きさを、サセプタ10の孔部12の内径あるいは内幅を調節することに基づき制御することができる。さらに、サセプタ10は、筒形状

をなす孔部12の内径が3mm以下であることが好ましく、このようにすることにより、形成される隆起部を極めて小さく（例えば、高さが0.05 $\mu$ m未満に）することができる。さらに、サセプタ10は、筒形状をなす孔部12の内径が2mm以下であることがより好ましく、このようにすることにより、隆起部の発生を実質的に防止できる。

【0040】なお、サセプタ10に限らず、20、40、50、60、70、80等についても、同様に、サセプタ10の孔部12を（孔部12が筒形状の場合は、該孔部12の内径を、孔部12がスリット状或いは円環状の場合は該孔部12の内幅を）調節することに基づき隆起部の大きさを制御することができる。

【0041】また、上記の各実施の形態では、p<sup>+</sup>型のシリコン単結晶基板上にp型のシリコンエピタキシャル層を気相成長させる例についてのみ説明したが、本発明はこれに限らず、例えばヒ素が添加されてn<sup>+</sup>型のシリコン単結晶基板上にn型のシリコンエピタキシャル層を気相成長させる場合、n<sup>+</sup>型のシリコン単結晶基板上にp型のシリコンエピタキシャル層を気相成長させる場合およびp<sup>+</sup>型のシリコン単結晶基板上にn型のシリコンエピタキシャル層を気相成長させる場合等に、本発明のサセプタ、気相成長装置およびエピタキシャルウェーハの製造方法を適用しても良く、この場合にも、抵抗率（ドーパント濃度）の面内均一化が図れる。また、枚葉式のサセプタに本発明を適用した例についてのみ説明したが、これに限らず、多数枚式のサセプタに適用しても良い。さらに、いわゆるリフトピン方式のサセプタに、本発明を適用しても良い。すなわち、サセプタの座ぐりには、本発明に係る孔部12の他に、リフトピン貫通用の孔部が別途形成されていても良い。

【0042】

【発明の効果】本発明のサセプタ、気相成長装置およびエピタキシャルウェーハの製造方法によれば、気相成長の際に半導体基板内から放出されるドーパントを、サセプタの座ぐりに形成された孔部を介してサセプタの下面側から好適に放出できるので、これらドーパントが基板の主表面側に回り込んでしまうことを好適に抑制できる。よって、基板の裏面にオートドーパ防止用の酸化膜を形成しなくてもオートドーパの発生を大幅に抑制でき、結果、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化が図れる。つまり、ドーパント濃度および抵抗率の面内均一化を容易に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るサセプタの一例を示す図であり、このうち（a）は正面断面図、（b）は平面図である。

【図2】本発明に係るサセプタの一例を示す図であり、このうち（a）は正面断面図、（b）は平面図である。

【図3】本発明に係る気相成長装置を示す模式図である。

【図4】シリコンエピタキシャルウェーハの抵抗率の面内分布を示す図である。

【図5】シリコンエピタキシャルウェーハの抵抗率の面内分布を示す図である。

【図6】シリコンエピタキシャルウェーハの抵抗率の面内分布を示す図である。

【図7】シリコンエピタキシャルウェーハの抵抗率の面内分布を示す図である。

【図8】本発明に係るサセプタの一例を示す図であり、このうち（a）は正面断面図、（b）は平面図である。

【図9】本発明に係るサセプタの一例を示す正面断面図である。

【図10】本発明に係るサセプタの一例を示す正面断面図である。

【図11】本発明に係るサセプタの一例を示す正面断面図である。

【図12】本発明に係るサセプタの一例を示す正面断面図である。

【図13】本発明に係るサセプタの比較対照としてのサセプタを示す図であり、このうち（a）は正面断面図、（b）は平面図である。

【図14】サセプタの孔部の内径と隆起部の高さとの関係を示す図である。

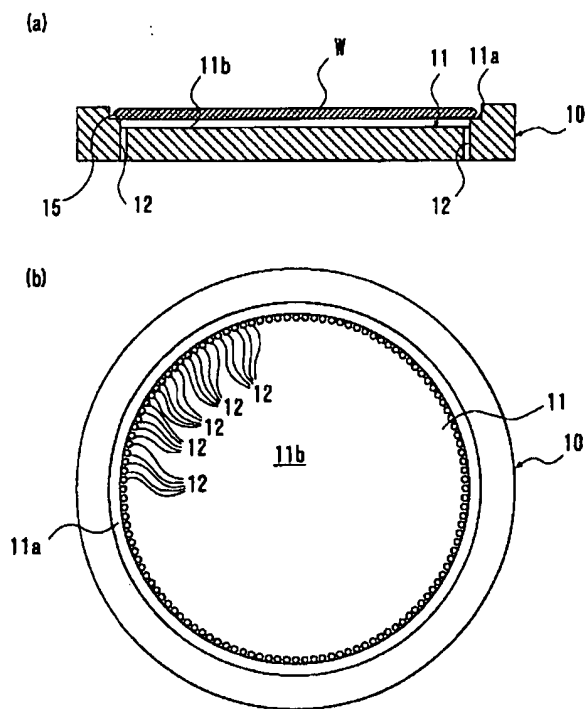
【図15】（a）はサセプタの孔部の位置を示し、（b）はシリコンエピタキシャルウェーハに形成される隆起部の位置を示し、これら（a）、（b）の対比により、サセプタの孔部とシリコンエピタキシャルウェーハの隆起部との位置的な対応を示す。

【図16】従来のサセプタを示す要部拡大正面断面図である。

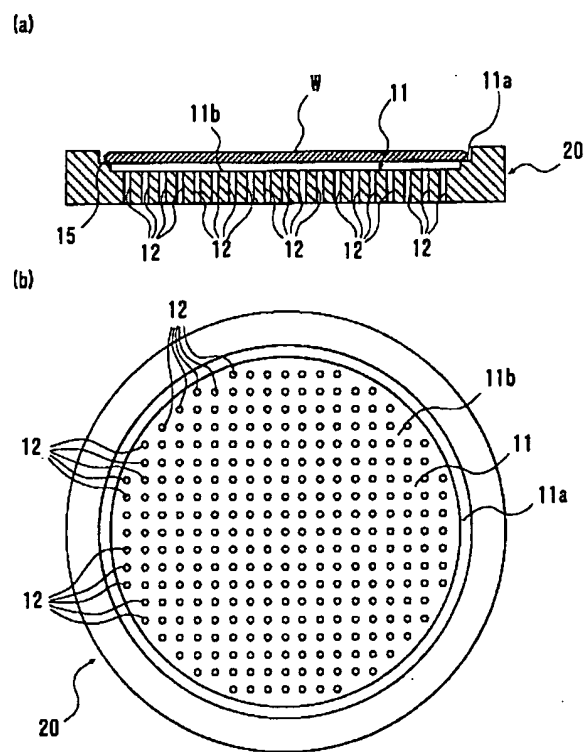
【符号の説明】

10	サセプタ
20	サセプタ
11	座ぐり
11a	上段座ぐり部
11b	下段座ぐり部
12	孔部
40	サセプタ
50	サセプタ
60	サセプタ
70	サセプタ
80	サセプタ
W	半導体基板
15	面取部
EPW	エピタキシャルウェーハ
R	隆起部

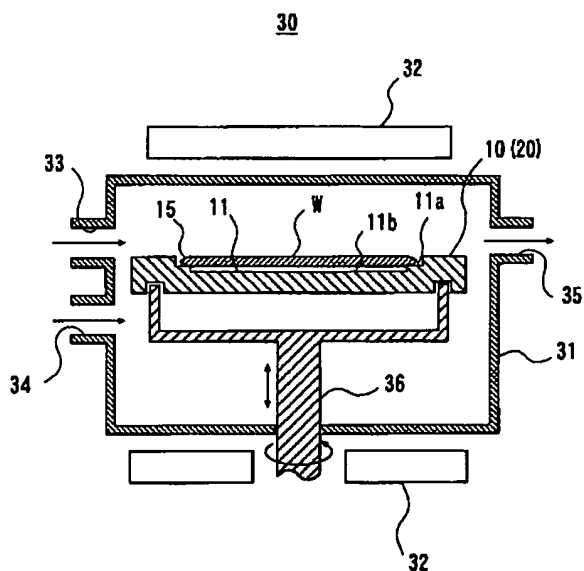
【図1】



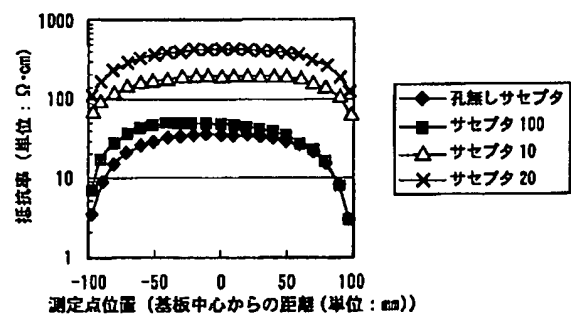
【図2】



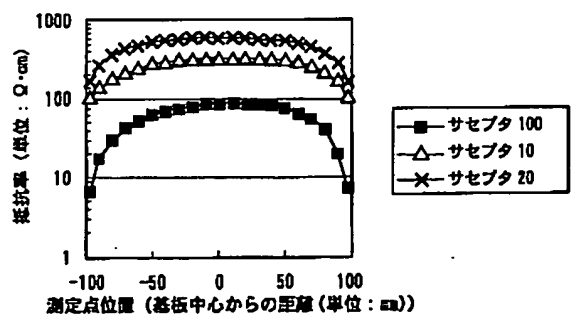
【図3】



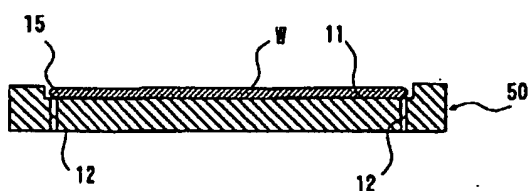
【図4】



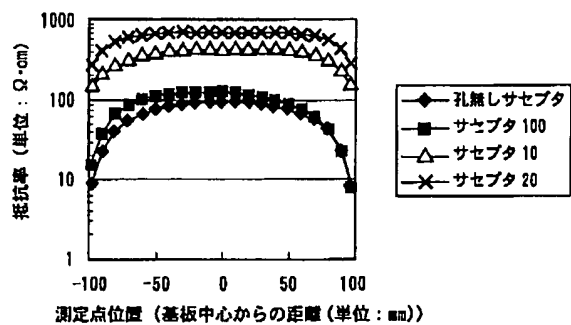
【図5】



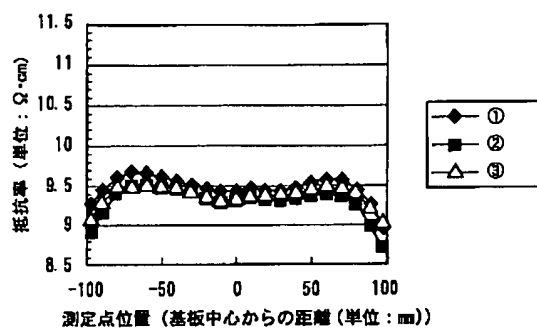
【図9】



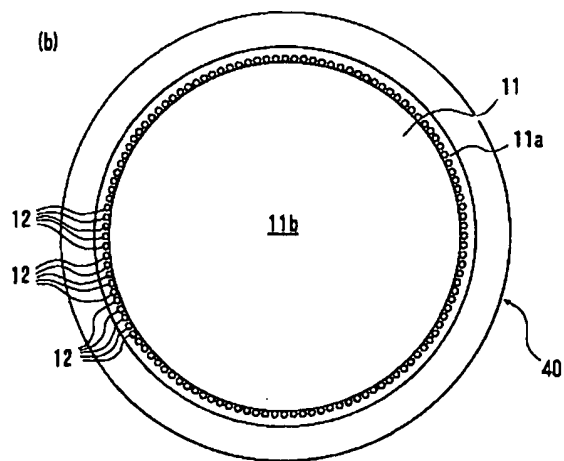
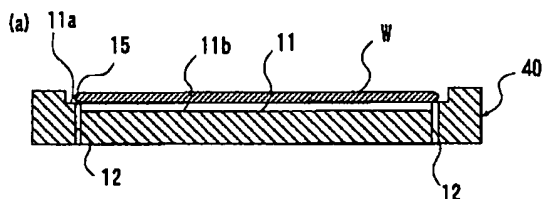
【図6】



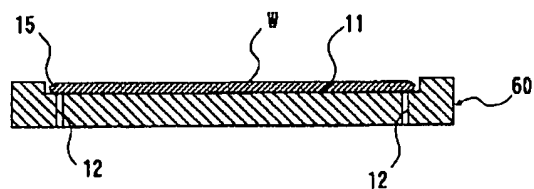
【図7】



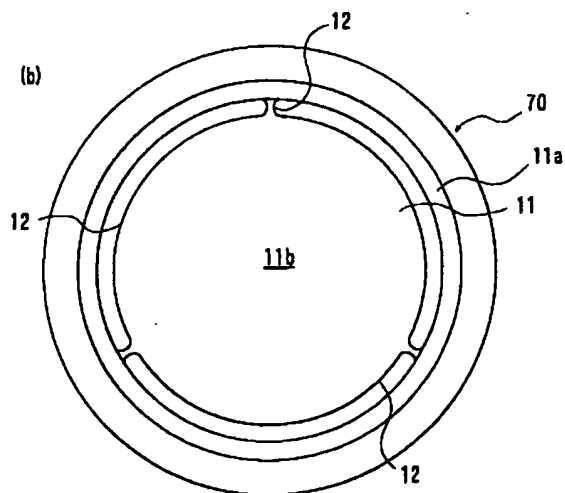
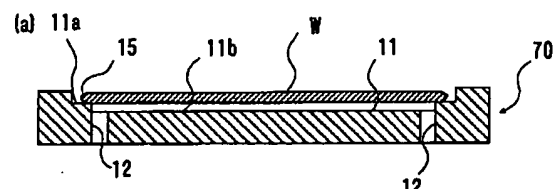
【図8】



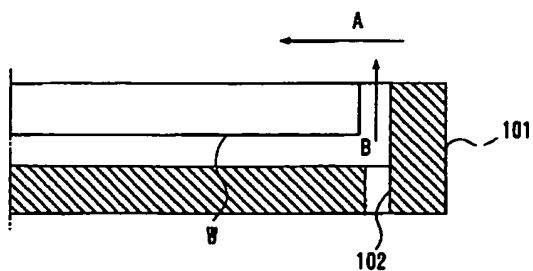
【図10】



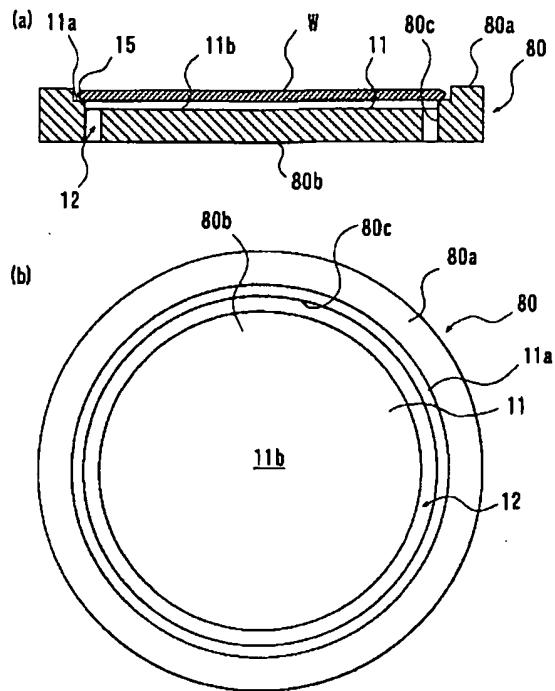
【図11】



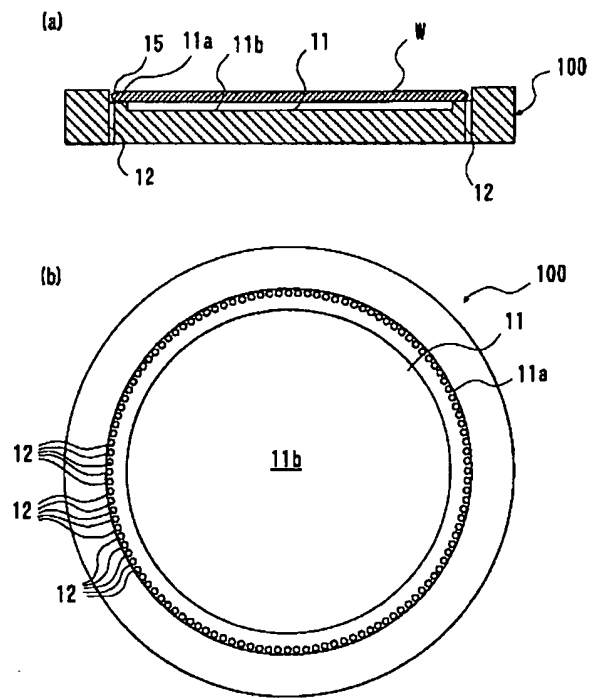
【図16】



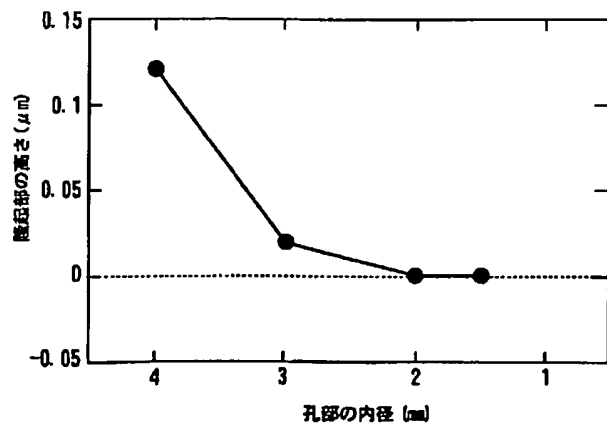
【図 12】



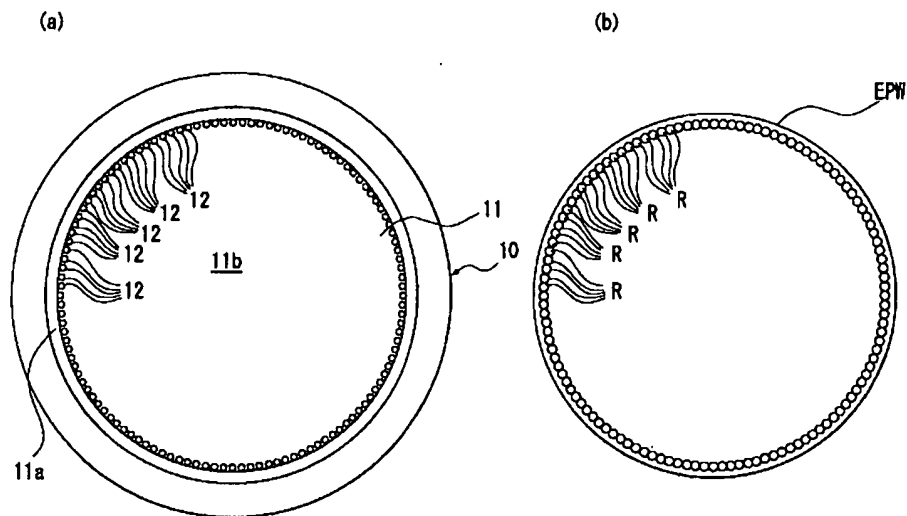
【図 13】



【図 14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 秋山 謙二  
福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平  
150番地 信越半導体株式会社白河工場内

(72)発明者 大瀬 広樹  
福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平  
150番地 信越半導体株式会社半導体白河  
研究所内

F ターム(参考) 4K030 BB01 CA04 CA12 GA02 LA12  
5F045 AA04 AB02 BB06 BB08 DP02  
EM02 EM06